

ABSTRACT

WO00/63132

Through the use of crushed foam glass by way of aggregate for a casting compound which is bound with a binder, a building material was obtained that enables very wide-ranging applications. Valued in particular are: Its properties relating to the physics of construction, such as high compressive strength (about 12 to over 30 N/mm²) at low weight per unit volume (about 970 to 1350 kg/m³) and low thermal conductance (up to 0,31 W/mK), high fire-resisting capacity thanks to a low coefficient of thermal conduction and a low modulus of elasticity (4000 to 8000 N/mm²), low water-absorbing capacity thanks to a closed-pore, non-absorbent aggregate; but also its miscibility, its transportability, its castability, its pumpability, its compressibility and vibratability. In addition, the optical, acoustic and/or tactile effect of the crushed, sawn or ground structural member is valued in cast or placed flooring materials and other structural members forming visible surfaces, acoustic elements and soundproofing elements, as well as decorative elements. Its environmental compatibility (inert aggregate) and its ecological value added resulting from waste products (old glass of any provenience) are further qualities, which should not be underestimated.

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : C04B 14/24	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/63132 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Oktober 2000 (26.10.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH00/00219 (22) Internationales Anmeldedatum: 14. April 2000 (14.04.00) (30) Prioritätsdaten: 99810318.8 16. April 1999 (16.04.99) EP (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MISAPOR AG [CH/CH]; Löserstrasse, CH-7302 Landquart (CH). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BASURA, Danko [CH/CH]; Stelleweg 30, CH-7000 Chur (CH). ENGI, Daniel [CH/CH]; Birkenweg 8, CH-7203 Trimmis (CH). (74) Anwälte: HASLER, Erich usw.; Riederer Hasler & Partner, Bahnhofstrasse 10, CH-7310 Bad Ragaz (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(54) Title: LIGHTWEIGHT CONCRETE (54) Bezeichnung: LEICHTBETON (57) Abstract <p>The invention relates to a building material enabling a wide range of applications, which is obtained by using crushed foamed glass from recycled glass or blast furnace slag as aggregate for a casting material bonded with a binding agent.</p> (57) Zusammenfassung <p>Durch die Verwendung von gebrochenem Schaumglas aus Altglas oder Hochofenschlacke als Zuschlagstoff für eine mit einem Bindemittel gebundene Gussmasse wurde ein Baustoff erreicht, welcher sehr breit gefächerte Anwendungen ermöglicht.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Leichtbeton

[0001] Die Erfindung betrifft eine fliessfähige und aushärtbare Gussmasse, insbesondere Leichtbeton, mit einem Bindemittel, insbesondere Zement, und wenigstens einem Leichtzuschlagstoff, ein vorfabriziertes Element, ein vor Ort gegossenes Bauteil, sowie ein Verfahren zur Herstellung von strukturierten Oberflächen in gegossenen Bauteilen und Elementen.

[0002] Schaumglas wird in Plattenform oder als Schüttgut auf dem Markt angeboten. Zur Herstellung von Schaumglasplatten wird Neuglas mit unterschiedlichen Zusätzen versetzt in Formen gebacken und dadurch geschäumt, danach ausgekühlt und in Platten geschnitten. Die Schaumglasbrocken des Schüttgutes sind Bruchstücke einer Schaumglasschicht, welche durch Backen bei bis zu etwa 900 Grad eines mit mineralischen Zusätzen versetzten Altglaspuders hergestellt wird. Die Herkunft des Glases spielt eine untergeordnete Rolle. Es kann auch Neuglas zur Herstellung des Schaumglasschotters verwendet werden. Das Herstellungsverfahren dieses Schaumglasschotters ist beispielsweise im europäischen Patent Nr. 0 292 424 beschrieben.

[0003] Schaumglas ist bekannt als inerter Dämmstoff mit relativ hoher Druckfestigkeit. Der Schaumglasschotter wird unter anderem eingesetzt für Perimeterisolierungen, Sauberkeitsschichten unter Bauwerken, als leichtgewichtiges Schotter für Druckausgleichsschichten im Strassenbau. Dabei wird in erster Linie das niedrige Raumgewicht und die Dämmfähigkeit des Schaumglases, aber auch seine gute und stabile Verdichtbarkeit genutzt. Weiter wird insbesondere die Wasserdurchlässigkeit auch des verdichteten Schottergefüges geschätzt. Die Wasserdurchlässigkeit basiert auf den grossen Hohlraumquerschnitten zwischen den Schaumglasbrocken praktisch einheitlicher Grösse. Dank der Abwesenheit von Feinanteilen kann die Wasserdurchlässigkeit ohne Ausschwemmgefahr dauerhaft genutzt werden. Da sich die einzelnen Schaumglasbrocken im Gefüge mit den scharfen Kanten in den unzähligen aufgebrochenen Gasporen der Schaumglasbrockenoberfläche ineinander verkrallen, weist Schaumglasschotter den sehr steilen Schüttwinkel von etwa 45° auf. Es ist daher auch im Bereich Hangsicherung einsetzbar.

[0004] Unter Glas wird in diesem Zusammenhang eine weite Palette von verglasten und glasähnlichen Materialien verstanden, wie Neuglas jeglicher Zusammensetzung, Altglas jeglicher Herkunft, Schlacke aus Verbrennungsanlagen und insbesondere auch Schlacke aus Hochöfen. Es hat sich gezeigt, dass sich

5 Hochofenschlacke aus Stahlwerken in einem praktisch keine Energie verbrauchenden Verfahren zu Schaumglas verarbeiten lässt. Das dadurch gewonnene Produkt weist augenscheinlich sogar eine höhere Druckfestigkeit und ein niedrigeres Raumgewicht auf als das weiter unten beschriebene Schaumglasprodukt aus Altglas. Sein Preis ist zudem weit günstiger als das unter relativ hohem Energieaufwand hergestellte
10 Altglas-Schaumglas.

[0005] Gemäss "Enzyklopädie Naturwissenschaft und Technik", Verlag Moderne Industrie, München 1980, weist ein normaler Beton (normaler Schwerbeton) eine Rohdichte von 2,2 bis 2,5 t/m³, eine Druckfestigkeit von 16 bis 60 MPa (= N/mm²) und einen Wärmeleitwert von 1,97 W/mK auf. Um ein niedrigeres Gewicht und eine tiefere
15 Wärmeleitzahl zu erhalten, kann ein Teil der Zuschlagstoffe Sand, Kies oder Splitt durch verschiedene leichtere Zuschlagstoffe mit Gaseinschlüssen, z.B. Bimsstein oder Blähton, ersetzt oder ein zähflüssiger Feinstmörtel mit Gasblasen durchsetzt werden. Dadurch erhält man Leichtbeton. Gemäss erwähnter Enzyklopädie kann Leichtbeton in vier Gruppen unterteilt werden:

20 [0006] 1. Gruppe: Dichter Leichtzuschlagbeton, welcher konstruktiv für Hochhaus- und Industriebauten, sowie Brücken verwendet werden kann. Kennwerte: Rohdichte 1,4 bis 1,9 t/m³; Druckfestigkeit 16 bis 45 MPa (= N/mm²) und Wärmeleitwert 0,58 bis 1,38 W/mK. Für diesen Beton werden die normalen Betonzuschlagstoffe verwendet, jedoch teilweise durch Leichtzuschlagstoffe ersetzt.
25 Als besondere Zuschlagstoffe sind Blähton und Blähschiefer angegeben. Die Gefügeart ist geschlossen. Als ein weiterer möglicher Leichtzuschlagstoff für einen Beton dieser ersten Gruppe werden in der EP 0 012 114 und der JP-A-10 203836 Schaumglasbrocken vorgeschlagen.

[0007] In der EP 0 012 114 ist ein Verfahren zur Herstellung eines
30 Schaumglasgranulates aus einem Glasmehl mit pastenförmigen Blähmitteln, welche aus organischen und anorganischen Substanzen bestehen, beschrieben. Das Granulat besteht aus Bruchstücken eines Schaumglaskörpers und weist 100'000 bis 3 Million

Bläschen annähernd gleicher Grösse pro cm^3 Granulatmasse auf. Es weist eine Druckfestigkeit von 130 kg/cm^2 auf. In einer Ausführungsform weisen die Granulatkörner abgebördelte Kanten auf. Um die abgebördelten Kanten zu erreichen, wird das Granulat mechanisch z.B. in einer Vorrichtung nach der Art einer

- 5 Dragiertrommel derart bearbeitet, dass die Kanten gebrochen werden. Das nach diesem Verfahren erhaltene Granulat ist gemäss der Offenbarung feinporig, sehr leicht und kann als Zuschlagstoff für Leichtbeton oder Füllstoff für Kunststoffe verwendet werden.

- [0008] Ausgehend von bekannten Verfahren zur Herstellung von kugelförmigen
10 Schaumglaskörpern, welche als Füllmaterial für Leichtmörtel Verwendung finden und solchen zur Herstellung von plattenförmigem Schaumglas, wird in der JP-A-10 203836 ein Verfahren beschrieben, welches mit dem Verfahren gemäss der wesentlich älteren Patentschrift EP 0 292 424 praktisch identisch ist. Es wird damit gemäss der Offenbarung ein Schaumglas mit einer undefinierten massiven Form gewonnen,
15 welches eine relative Dichte von 0.2, einen Haftwasseranteil von 7% und einen durchschnittlichen Korndurchmesser von 3 cm aufweist. Als vorteilhafte Verwendungen dieses Schaumglases werden vorgeschlagen:

- Anheben des Bodenniveaus bei weichem und schwachem Untergrund, wobei eine seitliche Fliessbewegung unterdrückt werden kann,
- 20 - Drainageschicht, z.B. unter Tennisplätzen,
- Wärmeisolation im Dach- oder Bodenbereich,
- Gewicht reduzierender Zuschlagstoff zu Beton,
- Schallschutz und Erdbebenschutz.

- [0009] Eine zweite Gruppe von Leichtbeton ist gemäss "Enzyklopädie
25 Naturwissenschaft und Technik" Haufwerkporiger Leichtzuschlagbeton. Dieser kann konstruktiv und wärmedämmend eingesetzt werden in Form von Hohlblocksteinen, Grossplatten und Grossblöcken. Kennwerte: Rohdichte $1,0$ bis $1,4 \text{ t/m}^3$; Druckfestigkeit $2,5$ bis 8 MPa ($= \text{N/mm}^2$) und Wärmeleitwert $0,41$ bis $0,58 \text{ W/mK}$. Als Zuschlagstoffe für diesen Beton sind Blähton und Blähschiefer, aber auch Hüttenbims, Aschensinter
30 und andere angegeben. Die Gefügeart ist offen.

- [0010] Eine dritte Gruppe bildet der Porenbeton (Gassilikat-, Schaumbeton), welcher konstruktiv und wärmedämmend eingesetzt werden kann in Form von

Wandbauteilen, Dachplatten und Dämmbeton. Bekannt sind auch Porenbetonblocksteine. Kennwerte: Rohdichte 0,3 bis 1,0 t/m³; Druckfestigkeit 0,5 bis 15 MPa (= N/mm²) und Wärmeleitwert 0,058 bis 0,41 W/mK. Als Zuschlagstoffe für diesen Beton sind Feinsand, Flugasche und Schlackensand angegeben. Die Gefügearart ist feinporig.

[0011] Gemäss der erwähnten Enzyklopädie bildet Dämmbeton, welcher lediglich wärmedämmend eingesetzt werden kann in Form von Dämmplatten eine vierte Gruppe. Kennwerte: Rohdichte 0,3 t/m³; Druckfestigkeit ungenügend für tragende Teile, und Wärmeleitwert 0,035 bis 0,35 W/mK. Als Zuschlagstoffe für diesen Beton sind Kieselgur und Perlit angegeben.

[0012] Diese vier Betongruppen zeigen deutlich, dass bei den bekannten Leichtbetonarten die Druckfestigkeit unter 16 N/mm² fällt, sobald die Wärmeleitzahl unter 0,5 W/mK oder das Raumgewicht unter 1,4 t/m³ fällt. Es ist auch entnehmbar, dass bei einem Raumgewicht von etwa einer Tonne pro Kubikmeter maximal eine Druckfestigkeit von 15 N/mm² und kein besserer Wärmeleitwert als etwa 0,4 W/mK erreicht wird. Eine Druckfestigkeit von über 8 MPa wird nur erreicht, wenn als Zuschlagstoff Blähton oder Blähschiefer verwendet wird oder wenn Porenbeton aus fein gemahlenden Zuschlagstoffen und gasbildenden Additiven hergestellt wird. Blähton und Blähschiefer nutzen jedoch begrenzte Ressourcen, und Porenbeton kann aus Gründen der Qualitätssicherung für tragenden Ortsbeton nicht verwendet werden.

[0013] Dieser Aufstellung ist daher weiter zu entnehmen, dass es keinen auf der Baustelle giessbaren Konstruktionsbeton mit einer Rohdichte von unter 1,4 t/m³ und einem Wärmeleitwert von unter 0,58 W/mK gibt. Wohl könnte Porenbeton auch auf der Baustelle gegossen werden. Seine Qualität hängt jedoch sehr stark von den äusseren Bedingungen ab. Die Erreichung einer gewünschten Porenbildung, und damit einer angestrebten Wärmedämmfähigkeit, Leichtigkeit und Tragfestigkeit, ja sogar eines angestrebten Volumens ist daher nicht gewährleistet.

[0014] Seit einiger Zeit wird Altglas als Betonzuschlagstoff eingesetzt. Altglas wird dazu zu Glas-Sand gebrochen. In "Schweizer Ingenieur und Architekt", Heft Nr. 3 vom 18. Januar 2000 veröffentlichte die Begleitkommission SIA 162 "Betonbauten" eine Stellungnahme zur Verwendung von Altglas als Sandersatz in Beton. Darin wird auf die

Gefahr hingewiesen, dass Glas bezüglich der Alkali-Silikat-Reaktion ein gefährdeter Zuschlagstoff ist und mit den im Betonporenwasser gelösten Alkalien reagieren kann. Diese Reaktion führt zu voluminösen Reaktionsprodukten, was zu inneren Spannungen und Rissen und zur Zerstörung des Betongefüges führen kann. Weiter wird darauf hingewiesen, dass glasfremde Materialien wie Deckel (Aluminium, Blei) und Etiketten etc. mit dem Altglas gebrochen werden und zu zusätzlichen Problemen führen können. Zudem wird in dieser Mitteilung darauf hingewiesen, dass der Verbund zwischen der Zementmatrix und der glatten Oberfläche der Glaskörner eher schwach ist, und dass die Verwendung von Glas das spätere Recycling des Beton erschweren kann. Deshalb wird von der Begleitkommission SIA 162 und der AG SIA 162-4 "Beton" von der Verwendung von Glas als Sandersatz in Konstruktionsbeton abgeraten.

[0015] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine fliessfähige, aushärtende Masse mit gegenüber dem Stand der Technik relevant besseren und vorherbestimmbaren Eigenschaften bezüglich Raumgewicht, Druckfestigkeit und/oder Wärmeleitwert zu schaffen. Insbesondere soll ein für Hoch- und Tiefbau geeigneter, auf der Baustelle als Ortsbeton in eine Schalung giessbarer Konstruktionsbeton mit gekörnten Leichtzuschlagstoffen vorgeschlagen werden. Für die Leichtzuschlagstoffe sollen Abfallprodukte oder rezykliertes Ausgangsmaterial verwendet werden können.

[0016] Erfindungsgemäss ist eine fliessfähige und aushärtbare Gussmasse mit einem Bindemittel und wenigstens einem Leichtzuschlagstoff dadurch gekennzeichnet, dass der Leichtzuschlagstoff aus gebrochenen Schaumglasbrocken besteht und, ausser allenfalls Sand und noch feineren Zusätzen wie Filler, alle gekörnten Zuschlagstoffe aus gebrochenem Schaumglas bestehen.

[0017] Als Bindemittel kommt in erster Linie Zement in Frage. Dies ergibt einen Leichtbeton mit gebrochenen Schaumglasbrocken als Leichtzuschlagstoff. Weitere anorganische, aber auch organische Bindemittel sind auch anwendbar. Der Leichtzuschlagstoff kann dabei als einziger Zuschlagstoff vorliegen oder mit herkömmlichen feinkörnigen Zuschlagstoffen wie Sand vermengt sein. Durch die Verwendung von gebrochenen Schaumglasbrocken kann die Korngrösse beim Brechen oder beim anschliessenden Sieben des gebrochenen Korns gewählt werden. Je nach Anwendungsgebiet wird ein Monokorn oder eine Mischung verschiedener

Korngrößen entsprechend einer gewünschten Siebkurve angestrebt. Die Verwendung gebrochener Schaumglasbrocken in einer aushärtbaren Gussmasse vermag nicht nur das Raumgewicht des aus der Gussmasse gegossenen Körpers zu senken. Durch die Oberflächenstruktur der gebrochenen Brocken, welche eine Vielzahl von

5 aufgebrochenen Poren aufweist, ist beispielsweise auch der Verbund zwischen Bindemittel und Schaumglasbrocken sehr hoch. Bei Zement ist der Verbund höher als zwischen Betonkies und Zement. Dieser ausgezeichnete Verbund ermöglicht eine hohe Druckfestigkeit und eine gegenüber dem normalen Schwerbeton bessere Biegezugfestigkeit.

10 [0018] Ein solcher Leichtbeton zeichnet sich durch ein dem normalen Schwerbeton ähnliches Verhalten bezüglich Schwinden und Kriechen aus. Die Querdehnungszahl und die Dampfleitzahl ist wie bei Normalbeton anzusetzen. Jedoch ist die Wärmeleitzahl, abhängig vom Raumgewicht, deutlich tiefer als bei anderem haufwerkporigen Leichtzuschlagbeton. Der Wärmeausdehnungskoeffizient liegt um

15 etwa 15% unter dem eines Normalbetons. Der Feuerwiderstand ist hoch, eine hohe Frost- und Frosttausalzbeständigkeit ist durch porenbildende Zusätze erreichbar.

[0019] Bei Verwendung eines Monokorns als Leichtzuschlagstoff kann ein sehr leichtgewichtiger Sickerbeton mit hohem durchströmbaren Querschnitt, oder bei kleinerem Korn, ein Dämmputz hergestellt werden. Bei Verwendung von

20 Zuschlagstoffen mit einer Fuller- Siebkurve kann ein druckfestes, geschlossenes Gefüge erreicht werden. Dabei können alle Fraktionen durch die Schaumglasbrocken gebildet sein, oder es können eine oder mehrere Korngrößen, z.B. 0 bis 1 mm, als gewöhnlicher Sand zugefügt sein. Die Siebkurve kann auch gezielt von der Fullerkurve abweichen.

25 [0020] Wie bei normalem Schwer- oder herkömmlichem Leichtbeton kann der Gussmasse auch ein oder mehrere Additive zugefügt sein. Vorteilhaft ist insbesondere ein porenbildendes Additiv, welches neben dem positiven Effekt auf die Frost- und Frosttausalzbeständigkeit von Beton auch einen gewissen Anteil an Feinteilen im Zuschlagstoff ersetzen kann. Auch kann ein Filler zur Reduktion des Zementanteils

30 eingesetzt werden.

[0021] Dank der geschlossenporigen Struktur des Schaumglases bleiben auch bei Einwirkung von Feuchtigkeit die Schaumglasbrocken im Innern trocken und die Poren gasgefüllt. Das Schaumglas kann in einem nassen Mörtel eingebettet sein, ohne dass dadurch der Porenanteil verkleinert würde. Da Schaumglas inert ist, bleibt eine
5 Reaktion beim Kontakt des Leichtzuschlagstoffes mit andern Stoffen, z.B. Säuren und Ölen, ausgeschlossen. Der Korrosionsschutz einer Stahlbewehrung durch die Alkalität des Betons ist nicht gefährdet, da das Glas die Betonchemie diesbezüglich nicht beeinflusst.

[0022] Als Bindemittel kann auch ein organisches Harz oder ein anderer
10 Kunststoff, Kalk, Kasein, Wasserglas etc. eingesetzt werden. Kunststoffe sind insbesondere für kleinere Fertigteile wie Wasserrinnen, Schachtböden, Wetterschenkel etc. geeignet. Kalk und Kasein sind eher im Putz- und Oberflächenbereich einsetzbar.

[0023] Vorteilhaft sind die Schaumglasbrocken kantig gebrochen. Durch kantiges Brechen der ursprünglichen Schaumglaskörper geht von ihrem Volumen kaum etwas
15 verloren. Für erste Versuche zur Herstellung von Schaumglasbeton ist die Anmelderin der Fachmeinung gefolgt, dass für ein gutes Betongefüge ein Rundkorn notwendig ist, und hat Rundkorn hergestellt. Im Gegensatz zu kantigem Brechen des Schaumglases führt ein Brechen eines Rundkorns jedoch zu massiven Einbussen und einem übermässigen Anfall von Feinanteilen. Obwohl gebrochene Schaumglasbrocken sich
20 mit Ihren Kanten und Ecken gegeneinander verkeilen und sich ineinander mit grossen Zwischenräumen verkrallen sind überraschenderweise die Verarbeitbarkeit und die Verdichtbarkeit einer Gussmasse mit kantigen Schaumglasbruchstücken als Zuschlagstoff ebenso gut wie die einer solchen mit Rundkorn.

[0024] Soll ein dichtes, druckfestes und leichtes Gefüge erreicht werden, liegen in
25 einer Gussmasse die Schaumglasbrocken vorteilhaft in unterschiedlichen Korngrössen vor. Um ein Gefüge aus lediglich Leichtzuschlagstoffen und Bindemittel zu erreichen, weisen die Leichtzuschlagstoffe vorteilhaft eine der Fullerkurve angenäherte Siebkurve auf.

[0025] Zur Herstellung einer anforderungsgerechten Kurve der Zuschlagstoffe
30 wird Schaumglas gebrochen, in Fraktionen ausgesiebt und die Fraktionen gezielt gemischt. Die Zusammensetzung der Gussmasse, bzw. der Zuschlagstoffe bezüglich

Menge, Material und Korngrösse der Fraktionen wird zweckmässigerweise anhand einer Stoffraumrechnung abgeschätzt. Dadurch kann eine spezifische Anforderung bezüglich Lambda-Wert und Druckfestigkeit des Bauteils angenähert werden. Dies erlaubt die Herstellung spezifischer Zusammensetzungen für gezielte Einsatzbereiche.

- 5 So kann z.B. für Fenstergesimse die Wärmedämmfähigkeit auf Kosten der Druckfestigkeit verbessert werden, wogegen für Ortsbeton für Untergeschosswände die Druckfestigkeit auf Kosten der Wärmedämmfähigkeit erhöht werden kann. Sicherheitshalber werden Probewürfel vorgängig zu den Bauarbeiten geprüft und
10 aufgrund der Messungen angepasst werden kann.

[0026] Vorteilhaft ist der Gussmasse eine Faser- oder Spanbewehrung zugesetzt, welche wie porenbildendes Additiv ebenfalls Feinanteile wie Filler oder Zuschlagstoffe der Korngrösse 0 bis 0.5 mm ersetzen kann. Diese Bewehrung erhöht zudem die Belastbarkeit der ausgehärteten Masse.

- 15 **[0027]** Vorteilhaft sind die Schaumglasbrocken aus Glas und/oder glasähnlichem Material und aus einem Aktivator hergestellt. Der Aktivator, welcher die Porenbildung im Glas beim Blähen im Blähofen oder im Blährohr bewirkt, ist aus Siliciumkarbid und Kohlenstoff sowie Borax oder wenigstens einem Metalloxyd zusammengesetzt.

- [0028]** Flüssige Schlacke oder flüssiges Glas kann durch Einmischen eines
20 gasbildenden Schäumungsmittels in die flüssige Schmelze direkt geschäumt werden. Das Schäumungsmittel setzt schon unmittelbar nach Kontakt mit der heissen Schlacke Gas frei und bringt diese zum Aufschäumen.

[0029] Bei einem zur Zeit unveröffentlichten Verfahren zur Schäumung von Hochofenschlacke aus Stahlwerken geschieht der Einmischvorgang folgendermassen:

- 25 Auf eine rotierende Scheibe wird flüssige Schlacke gegossen. Durch die Zentrifugalkraft breitet sich die Schlacke auf der Scheibe zu einem dünnen Film mit grosser Oberfläche aus. Auf diesen Film wird nun das Schäumungsmittel, eine Mischung mit Siliciumkarbid und Kohlenstoff sowie Borax oder wenigstens einem Metalloxyd, pulverförmig aufgestreut, worauf die Schlacke sofort beginnt
30 aufzuschäumen. Am Scheibenrand wird das Schlacke/Schäumungsmittelgemisch nach aussen gegen eine rohrförmige Wandung geschleudert. Da die Temperatur der

Schlacke noch immer über ihrer Schmelztemperatur liegt, fließt sie weiter aufschäumend der Wandung entlang nach unten. Am unteren Rand der Wandung tropft der Schaum auf ein Plattenband ab, mit welchem er fortwährend wegtransportiert wird.

5 **[0030]** Die Temperatur des erzeugten Schlackenschaums liegt oberhalb 1000 °C. Zumindest anfangs ist daher der Schaum auf dem Transportband in seinem Innern noch immer weich und zähflüssig. Durch passives Abkühlenlassen an Luft zerbricht der Schlackenschaum in Brocken praktisch gleichmässiger Körnung. Diese heissen Schlackenschaumbrocken werden mit dem Plattenband aufgehäuft.

10 **[0031]** Zur Herstellung von Schaumglasbrocken aus Altglas wird das Mehl aus Glas oder glasähnlichem Material mit einer Menge von 1,5 bis 2,5% des mehlförmigen Aktivators vermischt und das Gemisch in einem einzigen Verfahrensschritt bei einer Temperatur zwischen 750 und 950 °C gebläht.

15 **[0032]** Das resultierende Produkt ist ein Glasschaumkörper, welcher bei geeigneten Voraussetzungen während dem Abkühlen selbsttätig in ein Monokorn zerbricht. Das Verfahren zur Herstellung eines solchen Schaumglases ist im Europäischen Patent EP 0 292 424 beschrieben, auf welches an dieser Stelle ausdrücklich Bezug genommen wird. Als Aktivator wird in diesem Verfahren eine der folgenden Mischungen vorgeschlagen:

20 **[0033]** A) 50 bis 80 Gewichtsteile Siliciumkarbid, 20 bis 50 Gewichtsteile Borax und 1 bis 10 Gewichtsteile Kohlenstoff in trockenem Zustand, oder
B) 85 bis 95 Gewichtsteile Siliciumkarbid, 1 bis 10 Gewichtsteile Manganoxyd und 1 bis 10 Gewichtsteile Kohlenstoff, oder
C) 45 bis 50 Gewichtsteile Siliciumkarbid, 1 bis 10 Gewichtsteile Kohlenstoff, 20 bis 26
25 Gewichtsteile Kupferoxyd und 20 bis 26 Gewichtsteile Bleioxyd in trockenem Zustand.

30 **[0034]** Es kann auch zur Sicherung einer guten Funktionsweise des Verfahrens vor dem Homogenisieren von Aktivator und Glasmehl noch Metalloxyd, z.B. Kupfer- oder Bleioxyd dem mit Aktivator B) zu versetzenden Glasmehl beigefügt werden. Die Menge von Metalloxyd wird mit 0,5 bis 1,5 Gewichtsprozent des Glasmehls angegeben. Als Kohlenstoff wird Flammruss bevorzugt. Dieser oxydiert beinahe

vollkommen, was für die Festlegung der Porengrösse von Vorteil ist. Als Manganoxyd kann Braunstein verwendet werden.

[0035] Das Schaumglas aus diesem Verfahren wie auch der Schlackenschaum zeichnet sich durch eine hohe Druckfestigkeit aus. Beide sind geruchsneutral und inert.
5 Die Eigenschaften können gezielt variiert werden. Zumindest Glasschaum kann durch färbende Zusätze eingefärbt werden. Die Beigabe von Blei in Form von Bleioxyd oder Bleiglas senkt z.B. die Strahlendurchlässigkeit.

[0036] Vorteilhaft weisen die Schaumglasbrocken für eine solche Gussmasse eine Druckfestigkeit von über 1 N/mm², vorzugsweise über 3 N/mm², besonders
10 bevorzugt durchschnittlich über 5 N/mm² auf. Die Druckfestigkeit der Schaumglasbrocken, welche aus dem oben beschriebenen Verfahren resultieren, kann bis zu durchschnittlich 6 N/mm² oder mehr aufweisen. Die hohe Druckfestigkeit des Leichtzuschlagstoffes gewährleistet eine hohe Druckfestigkeit der ausgehärteten Gussmasse. Die Druckfestigkeit von bewehrten Testkörpern erreichte dank diesem
15 Wert des darin ausschliesslich verwendeten Zuschlagstoffes Schaumglas über 30 N/mm², sogar 45 N/mm² und mehr, was zumindest dem Grenzbereich zwischen Beton B I und B II, und damit einem für mittel- und hochbeanspruchte Beton- und Stahlbetonbauteile geeignetem Beton entspricht.

[0037] Vorteilhaft sind die Schaumglasbrocken geschlossenzellig, damit keine
20 Flüssigkeit in die Poren eindringen kann. Dadurch bleibt z.B. die Dämmeigenschaft des Brockens auch in nasser Umgebung unverändert. Auch das Raumgewicht einer solchen Masse kann sich, z.B. durch Wasseraufnahme, nur in Grenzen verändern. Die Poren können durch das Bindemittel nicht gefüllt werden.

[0038] Bei einer solchen Gussmasse für eine spezielle Verwendung, z.B. leichter
25 Füllbeton für Zwischenböden, Holz-Betonverbund, statisch belastbare Leichtbetonfertigteile, wie Treppen, Stützen, Stürze, nichttragende Elemente wie Brüstungen, Zwischenwände, wärmedämmende Elemente, Fussböden, Wandbeläge, Schallschutzelemente, ist die Rohdichte und/oder Porengrösse der Schaumglasbrocken vorteilhaft auf diese Verwendung der Gussmasse abgestimmt. Es
30 kann davon ausgegangen werden, dass für hohe Druckfestigkeit ein hohes Raumgewicht und eine kleine Porengrösse anzustreben ist. Für Luftschall schluckende

Eigenschaften ist wohl offenes, grossräumiges Porenwerk mit hohem Raumgewicht, für niedriges Raumgewicht eine grossporige, dünnwandige Ausgestaltung des Schaumglases vorteilhaft.

[0039] Für eine spezielle Verwendung der Gussmasse, z.B. Strahlenschutz in Röntgenbereichen, für Bunker oder zur Abschirmung von Produktionsbereichen mit Strahlenemmissionen, oder Dekoroberflächen bei gegossenen Fussböden, Fliesen, Leisten etc., sind die Eigenschaften der Schaumglasbrocken vorteilhaft auf diese Verwendung der Gussmasse abgestimmt. Dazu ist eine gezielte Formulierung der Zusammensetzung der Rohstoffe für die Herstellung der Schaumglasbrocken, z.B. durch Zugabe von Blei oder Farbstoffen, zweckmässig.

[0040] Bisher wurden Leichtzuschlagstoffe für Beton als Monokorn in die Betonmasse gegeben, wodurch eine spezielle Korngrösse den etwa eine Fuller-Siebkurve aufweisenden Zuschlagstoffen hinzugefügt wurde. Bei einer fliessfähigen und aushärtbaren Gussmasse, insbesondere Leichtbeton, mit einem Bindemittel, insbesondere Zement, und wenigstens einem Leichtzuschlagstoff, weisen aber mit Vorteil die Zuschlagstoffe insgesamt eine ausgewogene Siebkurve auf. Der Leichtzuschlagstoff weist dazu eine zwischen 0 und der grössten Korngrösse abgestufte Siebkurve mit wenigstens 3, vorzugsweise mehr als 5, besonders bevorzugt wenigstens 8 Korngrössen auf. Dadurch kann der Anteil an Leichtzuschlagstoff erhöht werden. Vorteilhaft macht dabei der Leichtzuschlagstoff wenigstens 80% des Zuschlagstoffes aus, bevorzugt 90%, besonders bevorzugt 100%.

[0041] Die Erfindung betrifft auch ein vorfabriziertes Element aus einem Bindemittel und wenigstens einem Zuschlagstoff, z.B. Fliese oder Verkleidungsplatte, Gehwegplatte, Dekorstab, Brüstungselement, Fertigterre, Wandscheibe, Bodenplatte, Tragbalken, Sturz, Gesimse, Betonwerksteine etc. Ein solches Element weist erfindungsgemäss gebrochene Schaumglasbrocken als Zuschlagstoff auf. Die Vorteile davon sind oben ausgeführt. Bei der Vorfabrikation ist insbesondere das Gewicht der vorfabrizierten Teile ausschlaggebend. Durch die ausgezeichnete Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit des Materials bei niedrigem Raumgewicht können z.B. Geschosstreppen einstückig hergestellt und mit einem Kran versetzt werden. Wandelemente und tragende Bauteile können gegenüber normalem Schwerbeton bei gleichem Gewicht bis zum doppelten Volumen aufweisen.

[0042] Vorteilhaft kann ein solches vorfabriziertes Element eine geschnittene, gesägte, geschliffene und/oder gefräste Oberfläche aufweisen. Die durch schleifen, sägen etc. erreichte Oberfläche zeigt das Gefüge mit dem porösen

Schaumglaszuschlagstoff. Diese Struktur kann z.B. dekorativ, schalltechnisch oder zwecks besserer Haftung von Putzen etc. genutzt werden. Als Beispiele seien angeführt Fliesen, gebildet durch von einem Stab abgeschnittene Scheiben, Wandtafeln mit dekorativer und schallstreuender Wirkung, Profilstäbe zu Dekorationszwecken mit der gleichen Oberfläche wie die separat versetzten Wandelemente, leichtgewichtige und daher beim Versetzen rückschonende Gehwegplatten mit rutschsicherer Oberfläche. Der möglichen Anwendungen sind kaum Grenzen gesetzt.

[0043] Desgleichen betrifft die Erfindung auch ein vor Ort gegossenes Bauteil von Hoch- oder Tiefbauten mit Schaumglasbrocken als Zuschlagstoff. Anwendungsgebiete davon sind z.B. tragende und nichttragende Wände, Pfeiler, Decken und Böden, Pfähle, thermisch isolierende Fundamentplatten, Strassenbeläge, Brücken,

Unterlagsböden und rutschsichere Bodenbeläge. Praktisch jedes Bauteil, welches in Schwerbeton oder herkömmlichem Leichtbeton hergestellt werden kann, kann auch aus Schaumglasbeton hergestellt werden. Dabei können die besonderen Vorteile, insbesondere Leichtgewichtigkeit und Druckfestigkeit, Geschlossenporigkeit und Wärmedämmvermögen, Beständigkeit gegen Chemikalien, Giessbarkeit, Pumpbarkeit, Abstimmbarkeit der Mischung etc. genutzt werden.

[0044] Ein solches Bauteil oder Element weist vorteilhaft ein Raumgewicht unter 1400 kg/m^3 , vorzugsweise unter 1200 , besonders bevorzugt um oder unter 1000 kg/m^3 auf. Leichte Bauteile ermöglichen oft eine Reduktion der Fundation, eine Verkleinerung der Bauteildimensionen oder eine Vergrößerung der Spannweiten.

Elemente können bei kleinerem spezifischen Gewicht umso grösser sein. Insbesondere im Brücken- oder Hochhausbau, oder für Bauten über schlecht tragendem Gelände ist die Reduktion des Eigengewichts der Baute von grossem Vorteil. Ummantelungen von Leitungen können mit solchem Leichtbaustoff im Wasser schwimmend ausgeführt werden.

[0045] Vorteilhaft weist ein solches Bauteil oder Element eine Druckfestigkeit von wenigstens 12 , vorzugsweise 18 , besonders bevorzugt über 25 N/mm^2 auf. Ab den

Festigkeitsklassen Bn 150 und Bn 250 kann der Leichtbeton oder ein vergleichbarer Leichtbaustoff für statisch belastete Bauteile verwendet werden.

5 [0046] Weist das Bauteil oder Element eine Wärmeleitfähigkeit von maximal 0,4, vorzugsweise unter 0,35, besonders bevorzugt unter 0,32 W/mK, so ist es zudem wärmedämmend und dadurch die Feuersicherheit eines Gebäudes erhöhend einsetzbar.

10 [0047] Vorteilhaft zeichnet sich ein Bauteil oder Element durch ein Verhältnis von Druckfestigkeit in N/mm² und Raumgewicht (trocken) in kg/m³ von über 1:80, vorzugsweise über 1:60, besonders bevorzugt über 1:50 aus. Je grösser der Wert dieses Verhältnisses ist, desto günstiger ist er, da mit einem leichteren Bauteil die gleichen oder grössere Lasten abgetragen werden können.

15 [0048] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung von strukturierten Oberflächen in gegossenen Bauteilen. Bei diesem Verfahren wird eine Gussmasse mit einem Bindemittel und Schaumglasbrocken als Zuschlagstoff in eine Schalung oder Form gegossen und die Oberfläche nach dem Aushärten der Gussmasse abgetragen. Zum Abtragen der Oberfläche kann die durch das Bindemittel gebildete äussere Haut abgeschliffen, abgefräst, abgekratzt, abgespitzt, gestockt etc. werden. Die neue Oberfläche ist danach geprägt durch die Gefügestruktur mit dem porenreichen Zuschlagstoff. Dies ergibt eine dekorative, rutschfeste, schalltechnisch interessante
20 Oberfläche.

[0049] Diese Oberfläche kann danach versiegelt werden, um die aufgebrochenen Poren zu verschliessen. Das Bindemittel und/oder die Schaumglasbrocken können vor dem Giessen eingefärbt werden. Dadurch kann die Farbwirkung des Bauteils gestaltet werden.

25 [0050] Nachfolgend wird anhand von Beispielen die Erfindung näher erläutert: Das gebackene Schaumglas verlässt den Blähofen in einer durch die eingangsseitige Schichtstärke des Glasstaubes gegebenen Plattenstärke. Diese Schaumglasplatte zerbricht aufgrund der in der Platte entstehenden Temperaturunterschiede je nach Dicke der Platte und je nach ihrer Oberflächenstruktur in Brocken einheitlicher Grösse.
30 Die kleinsten Standardmasse der Brocken sind etwa 10/25 mm. Für kleinere Korngrössen muss dieses Korn gebrochen werden. Bei einer ersten Versuchsreihe mit

Schaumglasbeton wird durch einfaches Brechen des aus dem Blähofen kommenden Monokorns eine Siebkurve der Schaumglasbrocken erreicht, welche der für Beton bewährten Fullerkurve grob angenähert ist.

[0051] Die 0 bis 16 mm Siebkurve des in dieser Versuchsreihe verwendeten Schaumglases hat einen Anteil von 28% der Fraktion zwischen 0 und 1 mm (Betonkies ca. 12%), 18,3% zwischen 1 und 4 mm (Betonkies ca. 24%) und 53,7% zwischen 4 und 16 mm (Betonkies ca. 64%). Dabei ist gegenüber den Idealanteilen der angestrebten Fullerkurve der Anteil zwischen 0 und 0,25 mm deutlich unterdurchschnittlich und der Anteil zwischen 0,25 und 1 mm deutlich überdurchschnittlich vertreten. Daher muss mit einem überdurchschnittlichen Anteil an Zement gerechnet werden. Es wird zudem ein porenbildendes Additiv zugesetzt. Nachfolgend seien vier Betonmischungen als Beispiele aus dieser ersten Versuchsreihe herausgegriffen.

[0052] Ein erster Beton wird aus einem 650 kg/m³ Zement, ohne Filler, mit 258 kg/m³ Wasser, 120 kg/m³ Schaumglas 0-1 mm, 79 kg/m³ Schaumglas 1-4 mm, 231 kg/m³ Schaumglas 4 bis 16 mm und 3,9 kg/m³ Betonzusatz zur Porenbildung im Mörtel hergestellt. Daraus ergibt sich ein Beton, welcher nach 28 Tagen ein Raumgewicht von 1350 kg/m³ aufweist. Dieses reduziert sich nach dem Trocknen auf 1220 kg/m³. Die Druckfestigkeit weist 25 N/mm², die Biegezugfestigkeit 3 N/mm² auf. Die Wärmeleitfähigkeit des getrockneten Betons beträgt etwa 0,38 W/mK, das E-Modul etwa 8500 N/mm².

[0053] Ein zweiter Beton mit 550 kg/m³ Zement, 153 l/m³ Wasser, 3,3 kg/m³ des Betonzusatzes und 460 kg/m³ des Schaumglases mit gleicher Siebkurve ergibt einen Beton mit 1265 kg/m³ nach 28 Tagen. Getrocknet wiegt er noch 1100 kg/m³. Die Druckfestigkeit liegt nach 28 Tagen bei 22 N/mm², die Biegezugfestigkeit bei 2,8 N/mm². Die Wärmeleitfähigkeit liegt um 0,34 W/mK, das E-Modul um 7000 N/mm².

[0054] Ein Beton aus 450 kg/m³ Zement, 233 l/m³ Wasser, 2,7 kg/m³ porenbildendem Betonzusatz und 505 kg/m³ des Schaumglases weist nach 28 Tagen ein nasses Raumgewicht von 1190, trocken 1040 auf. Die Druckfestigkeit zu diesem Zeitpunkt liegt bei 19 N/mm², die Biegezugfestigkeit bei 2,5 N/mm².

Wärmeleitfähigkeit und E-Modul ergeben etwa 0,31 W/mK und 6000 N/mm².

[0055] Ein Beton, welcher getrocknet noch 970 kg/m^3 wiegt, wird aus 350 kg/m^3 Zement, 217 l/m^3 Wasser, $2,1 \text{ kg/m}^3$ Betonzusatz und 535 kg/m^3 Schaumglas 0-16 mm der gleichen Siebkurve hergestellt. Die Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit liegen nach 28 Tagen bei 12 bzw. $2,2 \text{ N/mm}^2$. Die Wärmedämmfähigkeit erreicht etwa $0,28 \text{ W/mK}$ und das E-Modul etwa $4'500 \text{ N/mm}^2$.

[0056] Mit diesen Werten wird trotz deutlichen Abweichungen von einer bisher als ideal geltenden Fuller-Siebkurve der Zuschlagstoffe bereits ein Beton erreicht, welcher nicht mehr in die gängigen Klassierungen passt. Der Schaumglasbeton ist überraschenderweise wie gewöhnlicher Schwebeton giessbar und pumpbar. Die Entmischung des Betons ist auch beim Vibrieren unbedeutend. Es wird damit ein Beton von unter $1,4 \text{ t/m}^3$ erreicht, welcher auf der Baustelle wie gewöhnlicher Schwebeton verarbeitbar ist, eine wenigsten drei- bis fünffache Druckfestigkeit eines vom Raumgewicht her vergleichbaren herkömmlichen Leichtzuschlagbetons und gleichzeitig eine um 25 bis 35% bessere Wärmedämmfähigkeit aufweist.

[0057] Mit einem Trommelbrecher kann die Kornverteilung des Schaumglases verbessert werden. Die Korngrössenverteilung im Schaumglas-Zuschlagstoff kann durch Brechen im Trommelbrecher, anschliessendes Aussieben und Zusammenstellen der gewünschten Siebkurve aus den verschiedenen ausgesiebten Korngrössen optimiert werden. Durch eine Verbesserung der Siebkurve der Zuschlagstoffe zugunsten der Druckfestigkeit und die Zugabe von Stahlfaserarmierung kann in einer Weiterentwicklung der Erfindung bei einem Raumgewicht von etwas über 1300 kg/m^3 Druckfestigkeiten bis über 30 N/mm^2 erreicht werden. Dies ergibt ein Leistungsverhältnis zwischen Druckfestigkeit und Raumgewicht in den angegebenen Einheiten von über 1:45. Dies entspricht der Leistung eines Schwebetons von $2,5 \text{ t/m}^3$ Raumgewicht und 55 N/mm^2 Druckfestigkeit. Bei gutem Kornaufbau liegen die Druckfestigkeiten eines erfindungsgemässen Leichtbetons mit 900 bis 1000 kg/m^3 immer noch zwischen 13 und 17 N/mm^2 . Mit einem Raumgewicht von 1000 bis 1100 kg/m^3 können Druckfestigkeiten zwischen 17 und 21 N/mm^2 , bei 1100 bis 1200 kg/m^3 zwischen 21 und 26 N/mm^2 erreicht werden. Eine Verbesserung dieser Werte im Laufe der weiteren Verfeinerung der Rezepturen ist zu erwarten. Bei einer Druckfestigkeit von 45 N/mm^2 , wie an einem bewehrten Bauteil gemessen werden kann, liegt obiges Verhältnis über 1/30.

[0058] Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch die Verwendung von gebrochenem Schaumglas als Zuschlagstoff für eine mit einem Bindemittel gebundene Gussmasse ein Baustoff erreicht wurde, welcher eine sehr breit gefächerte Anwendung ermöglicht. Dabei werden insbesondere geschätzt:

5 Seine bauphysikalischen Eigenschaften wie

- hohe Druckfestigkeit und hohe Ausreissfestigkeit bei niedrigem Raumgewicht und tiefem Wärmeleitwert,

- hohe Feuerwiderstandsfähigkeit dank tiefer Wärmeleitzahl und niedrigem Elastizitätsmodul

10 - gute Volumenkonstanz dank einem niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten,

- geringe Wasseraufnahmefähigkeit dank geschlossenporigem, nicht saugfähigem Zuschlagstoff,

- hoher Korrosionsschutz für die Stahlbewehrung dank hohem Gehalt an Zementstein; aber auch seine Verarbeitbarkeit, insbesondere

15 - seine Mischbarkeit und Transportierbarkeit (niedriges Gewicht);

- seine Giessbarkeit und Pumpbarkeit,

- sein Verdichtbarkeit und Vibrierbarkeit.

[0059] Weiter wird die optische, akustische und/oder taktile Wirkung des gebrochenen, gesägten oder angeschliffenen Bauteiles geschätzt an

20 - gegossenen oder verlegten Bodenbelägen,

- gegossenen oder versetzten, sichtbare Oberflächen bildenden Bauteilen, z.B. an Wänden und Decken,

- Akustikelementen und Schallschutzelementen,

- Dekorelementen.

25 [0060] Versuche mit aus Hochofenschlacke gewonnenen Schaumglasbrocken liegen zur Zeit noch nicht vor. Die oben angeführten Resultate mit Schaumglasbrocken aus Altglas können voraussichtlich mit dem Hochofenschlacken-Produkt aufgrund von dessen Leichtigkeit und Druckfestigkeit noch übertroffen werden. Die

Umweltverträglichkeit und ökologische Wertschöpfung aus Abfallprodukten wie

30 Altglas oder Hochofenschlacke sind weitere, nicht zu unterschätzende Qualitäten dieses Leichtbaustoffs. Die Herstellungskosten der geschäumten Hochofenschlacke sind

zudem niedrig, so dass das Produkt als Konkurrenz zu herkömmlichem Betonkies in Betracht gezogen werden kann.

Patentansprüche

1. Fließfähige und aushärtbare Gussmasse, insbesondere Leichtbeton, mit einem Bindemittel, insbesondere Zement, Zuschlagstoffen und gegebenenfalls Füllern und/oder Additiven, dadurch gekennzeichnet, dass alle Zuschlagstoffe mit einer Korngrösse grösser als Sand aus gebrochenem Schaumglas bestehen.
2. Gussmasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass alle Zuschlagstoffe aus gebrochenem Schaumglas bestehen.
3. Gussmasse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaumglas kantig gebrochen ist.
4. Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaumglasbrocken in unterschiedlichen Korngrössen vorliegen.
5. Gussmasse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuschlagstoffe eine der Fullerkurve angenäherte Siebkurve aufweisen.
6. Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Faser- oder Spanbewehrung.
7. Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das gebrochene Schaumglas unter Zugabe eines Aktivators zu Glas und/oder glasähnlichem Material, insbesondere Hochofenschlacke, hergestellt ist.
8. Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaumglasbrocken eine durchschnittliche Druckfestigkeit von über 1 N/mm², vorzugsweise über 3 N/mm², besonders bevorzugt durchschnittlich über 5 N/mm² aufweisen.
9. Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaumglasbrocken geschlossenporig sind.
10. Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 9 für leichter Füllbeton, statisch belastbare Leichtbetonfertigteile, nichttragende Elemente, Fussböden, Schallschutzelemente und dergleichen, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohdichte und/oder Porengrösse der Schaumglasbrocken auf diese Verwendung der Gussmasse abgestimmt ist.

11. Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 10 für eine spezielle Verwendung, z.B. Strahlenschutz, Dekoroberfläche, gekennzeichnet durch eine gezielte Formulierung der Zusammensetzung der Rohstoffe für die Herstellung der Schaumglasbrocken, z.B. durch Zugabe von Blei oder Farbstoffen, so dass die Eigenschaften der Schaumglasbrocken auf diese Verwendung der Gussmasse abgestimmt sind.
12. Fliessfähige und aushärtbare Gussmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Leichtzuschlagstoff eine zwischen 0 und der grössten Korngrösse abgestufte Siebkurve mit wenigstens 3, vorzugsweise mehr als 5, besonders bevorzugt wenigstens 8 Fraktionen aufweist.
13. Vor Ort gegossenes Bauteil von Hoch- oder Tiefbauten oder vorfabriziertes Element aus einer Gussmasse gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12.
14. Bauteil oder Element gemäss Anspruch 13, gekennzeichnet durch eine geschnittene, gesägte, geschliffene und/oder gefräste Oberfläche.
15. Bauteil oder Element nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Raumgewicht unter 1400 kg/m^3 , vorzugsweise unter 1200, besonders bevorzugt um oder unter 1000 kg/m^3 liegt.
16. Bauteil oder Element nach einem der Ansprüche 13 bis 15, gekennzeichnet durch eine Druckfestigkeit von wenigstens 12, vorzugsweise 18, besonders bevorzugt über 25 N/mm^2 .
17. Bauteil oder Element nach einem der Ansprüche 13 bis 16, gekennzeichnet durch eine Wärmeleitfähigkeit von maximal 0,4, vorzugsweise unter 0,35, besonders bevorzugt unter $0,32 \text{ W/mK}$.
18. Bauteil oder Element nach einem der Ansprüche 13 bis 17, gekennzeichnet durch ein Verhältnis von Druckfestigkeit in N/mm^2 und Raumgewicht (trocken) in kg/m^3 von über 1:80, vorzugsweise über 1:60, besonders bevorzugt über 1:50.
19. Verfahren zur Herstellung von strukturierten Oberflächen in gegossenen Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gussmasse mit einem Bindemittel und gebrochenen Schaumglasbrocken als Zuschlagstoff in eine Schalung oder

Form gegossen und die Oberfläche nach dem Aushärten der Gussmasse abgetragen, z.B. angeschliffen oder gestockt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche versiegelt wird.
- 5 21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel und/oder das Schaumglas vor dem Giessen eingefärbt werden.
22. Verfahren zur Herstellung einer Gussmasse gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass Schaumglas aufbereitet wird, indem es gebrochen und in Fraktionen ausgesiebt wird, und dass die gebrochenen
- 10 Fraktionen anforderungsgerecht gemischt werden.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung der Gussmasse bzw. die Zusammensetzung der Zuschlagstoffe bezüglich Menge, Material und Korngrösse der Schaumglas-Fraktionen anhand einer Stoffraumrechnung abgeschätzt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/CH 00/00219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C04B14/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C04B C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 012 114 A (MILLCELL AG) 11 June 1980 (1980-06-11) cited in the application page 4, line 1-4; claims 1,5,8	1,2,8, 10,13
Y A	----- EP 0 292 424 A (MISAG AG) 23 November 1988 (1988-11-23) cited in the application column 8, line 54-61; claim 1 ----- -/--	7 3-5,22, 23 7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 July 2000

Date of mailing of the international search report

18/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Daeleman, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.
PCT/CH 00/00219

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>DATABASE WPI Week 9841 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 98-476583 XP002114151 & JP 10 203836 A (KAMACHI Y) cited in the application abstract</p>	1,2,7, 10,13
X	<p>GB 528 008 A (A. TAYLOR) claim 1</p>	1,2,10, 13
A	<p>BE 696 632 A (G. FILIPOWICZ) 18 September 1967 (1967-09-18) page 3, line 5-7; claims 1-4,8,9,11</p>	1-5,10, 11,13,21
A	<p>DE 25 49 585 A (VER. OEST. EISEN- UND STAHLWERKE -ALPINE MONTAN AG) 11 November 1976 (1976-11-11) claim 1</p>	1,2,6
A	<p>DE 195 09 731 A (WEREC GMBH) 19 September 1996 (1996-09-19) column 4, line 7-10; claim 2</p>	1,2,9,11
A	<p>DATABASE WPI Week 197848 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1978-86741A XP002142098 & JP 53 121819 A (KONISHI H) abstract</p>	7
A	<p>US 4 086 098 A (D. LE RUYET) 25 April 1978 (1978-04-25) claims</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 00/00219

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 12114 A	11-06-1980	CH 637606 A AT 14204 T BR 7908930 A CA 1138900 A WO 8001162 A DE 2967482 D DK 324980 A ES 486344 D ES 8100230 A JP 55500940 T US 4332908 A	15-08-1983 15-07-1985 30-06-1981 04-01-1983 12-06-1980 14-08-1985 28-07-1980 01-11-1980 16-01-1981 13-11-1980 01-06-1982
EP 292424 A	23-11-1988	CH 671954 A AT 65483 T DE 3863840 D	13-10-1989 15-08-1991 29-08-1991
JP 10203836 A	04-08-1998	NONE	
GB 528008 A		NONE	
BE 696632 A	18-09-1967	NONE	
DE 2549585 A	11-11-1976	AT 337952 B AT 326875 A CH 592792 A	25-07-1977 15-11-1976 15-11-1977
DE 19509731 A	19-09-1996	NONE	
JP 53121819 A	24-10-1978	JP 1139612 C JP 57034231 B	11-03-1983 21-07-1982
US 4086098 A	25-04-1978	GB 1551015 A AT 369350 B AT 839676 A BE 848007 A BR 7607583 A CA 1077181 A CH 619912 A DE 2651699 A DK 499376 A ES 453624 A FR 2331531 A FR 2336356 A IT 1125221 B JP 52063219 A JP 60008993 B LU 76168 A NL 7612459 A NO 763759 A, B, SE 423229 B SE 7612314 A	22-08-1979 27-12-1982 15-05-1982 05-05-1977 27-09-1977 06-05-1980 31-10-1980 18-05-1977 15-05-1977 16-11-1977 10-06-1977 22-07-1977 14-05-1986 25-05-1977 07-03-1985 18-05-1977 17-05-1977 18-05-1977 26-04-1982 15-05-1977

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 00/00219

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C04B14/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C04B C03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 012 114 A (MILLCELL AG) 11. Juni 1980 (1980-06-11) in der Anmeldung erwähnt Seite 4, Zeile 1-4; Ansprüche 1,5,8	1,2,8, 10,13
Y		7
A		3-5,22, 23
Y	EP 0 292 424 A (MISAG AG) 23. November 1988 (1988-11-23) in der Anmeldung erwähnt Spalte 8, Zeile 54-61; Anspruch 1	7
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Juli 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/07/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Daeleman, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 00/00219

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DATABASE WPI Week 9841 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 98-476583 XP002114151 & JP 10 203836 A (KAMACHI Y) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung</p>	1,2,7, 10,13
X	<p>GB 528 008 A (A. TAYLOR) Anspruch 1</p>	1,2,10, 13
A	<p>BE 696 632 A (G. FILIPOWICZ) 18. September 1967 (1967-09-18) Seite 3, Zeile 5-7; Ansprüche 1-4,8,9,11</p>	1-5,10, 11,13,21
A	<p>DE 25 49 585 A (VER. OEST. EISEN- UND STAHLWERKE -ALPINE MONTAN AG) 11. November 1976 (1976-11-11) Anspruch 1</p>	1,2,6
A	<p>DE 195 09 731 A (WEREC GMBH) 19. September 1996 (1996-09-19) Spalte 4, Zeile 7-10; Anspruch 2</p>	1,2,9,11
A	<p>DATABASE WPI Week 197848 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1978-86741A XP002142098 & JP 53 121819 A (KONISHI H) Zusammenfassung</p>	7
A	<p>US 4 086 098 A (D. LE RUYET) 25. April 1978 (1978-04-25) Ansprüche</p>	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 00/00219

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 12114 A	11-06-1980	CH 637606 A	15-08-1983
		AT 14204 T	15-07-1985
		BR 7908930 A	30-06-1981
		CA 1138900 A	04-01-1983
		WO 8001162 A	12-06-1980
		DE 2967482 D	14-08-1985
		DK 324980 A	28-07-1980
		ES 486344 D	01-11-1980
		ES 8100230 A	16-01-1981
		JP 55500940 T	13-11-1980
		US 4332908 A	01-06-1982
EP 292424 A	23-11-1988	CH 671954 A	13-10-1989
		AT 65483 T	15-08-1991
		DE 3863840 D	29-08-1991
JP 10203836 A	04-08-1998	KEINE	
GB 528008 A		KEINE	
BE 696632 A	18-09-1967	KEINE	
DE 2549585 A	11-11-1976	AT 337952 B	25-07-1977
		AT 326875 A	15-11-1976
		CH 592792 A	15-11-1977
DE 19509731 A	19-09-1996	KEINE	
JP 53121819 A	24-10-1978	JP 1139612 C	11-03-1983
		JP 57034231 B	21-07-1982
US 4086098 A	25-04-1978	GB 1551015 A	22-08-1979
		AT 369350 B	27-12-1982
		AT 839676 A	15-05-1982
		BE 848007 A	05-05-1977
		BR 7607583 A	27-09-1977
		CA 1077181 A	06-05-1980
		CH 619912 A	31-10-1980
		DE 2651699 A	18-05-1977
		DK 499376 A	15-05-1977
		ES 453624 A	16-11-1977
		FR 2331531 A	10-06-1977
		FR 2336356 A	22-07-1977
		IT 1125221 B	14-05-1986
		JP 52063219 A	25-05-1977
		JP 60008993 B	07-03-1985
		LU 76168 A	18-05-1977
		NL 7612459 A	17-05-1977
		NO 763759 A, B,	18-05-1977
		SE 423229 B	26-04-1982
		SE 7612314 A	15-05-1977